

рис.1. Зависимость вольтамперных характеристик структуры металл/полиметилметакрилат от концентрации и % влажности: а) 5% ПММА; б) 7% ПММА; в) 10% ПММА.

На (рис.1) приведены результаты исследования полиметилметакрилата в зависимости от влажности и концентрации. Анализ согласно инжекционной модели вольт-амперных характеристик показал, что высота потенциального барьера изменяется от 0,21 эВ до 0,45 эВ, была рассчитана по формуле (1). Оценка концентрации носителей заряда показала, что изменяется от $1.1 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ до $1.6 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$, была рассчитана по формуле (3) и подвижность носителей заряда изменяется от $4.0 \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ до $2.1 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, рассчитано по формуле (2).

$$\varphi_{Bn} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{A^* T^2}{I_s}\right), \quad (1)$$

где, A^* - эффективная постоянная Ричардсона, A - площадь протекания тока; T - температура, при котором проводился эксперимент, k -постоянная Больцмана, q - заряд электрона.

$$\mu = J \cdot L^3 / \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot U_n^2, \quad (2)$$

где U_n - пороговое напряжение, соответствующее точке перехода, J - плотность тока, L - расстояние между электродами, ε -диэлектрическая проницаемость материала.

$$n_0 = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot U_n / e \cdot L^2, \quad (3)$$

Установлено, что с увеличением толщины полимерных плёнок происходит уменьшение проводимости. Исследование высоты потенциального барьера показало, что при увеличении толщины возрастает потенциальный барьер. Исследовано влияние влажности на проводимость показало, что высоты потенциального барьера уменьшается, концентрация носителей заряда уменьшается, при этом подвижность носителей заряда возрастает.

Электронное переключение проводимости ультратонких плёнок полидифениленфталида Ялалов Ильсур Флюрович

Баширский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы
Карамов Данфис Данисович, к.ф.-м.н.
ilsur.yalalov@bk.ru

Известно, что на электрофизические свойства тонких плёнок, изготовленных из органических электроактивных материалов, существенную роль оказывает надмолекулярная структура сформированной пленки. В работе [1] представлена информация об изменении надмолекулярной организации плёнок полидифениленфталида (ПДФ) в зависимости от толщины плёнок и проявлении этих изменений в электрофизических свойствах тонких плёнок. ПДФ относится к «умным» полимерам, изменяющих свою проводимость из диэлектрического в высокопроводящее (ВПС) состояние под действием внешнего воздействия. Таким образом, исходя из [1], на характеристики электронного переключения должны влиять толщина и надмолекулярная структура субмикронных плёнок. Однако, целенаправленного исследования электронного переключения проводимости ультратонких плёнок полидифениленфталида в зависимости от толщины полимерной пленки не было проведено.

Для решения поставленной задачи была создана экспериментальная ячейка для исследования переключения полимерной пленки под воздействием ионного импульса. Исследуемый объект представлял собой вид типа острие-плоскость, в которой полимерная пленка располагалась между двумя электродами существенно разной геометрии. Для получения полимерных пленок различной толщины применена методика центрифугирования на твердой подложке. Были использованы растворы полимеров в циклогексаноне с концентрациями 0.1-10 вес. %, что позволяло существенным образом варьировать толщину пленки, так и надмолекулярную структуру. Нижний электрод формировался методом термического напыления в вакууме, верхний электрод был прижимным. Толщина полимерной пленки контролировалась с помощью атомно-силового микроскопа СММ-2000Т в контактной моде.

На рис.1(а) наглядно продемонстрировано зависимость минимальной энергии микроразряда, инициирующего ВПС в структуре металл/ полимер/острый зонд, от толщины полимерной пленки. Толщины пленок составляли 90, 220 и 360 нм. Из данного графика зависимости можем утверждать, что чем толще полимерная пленка, тем заряд с большей энергией необходимо инициировать, чтобы пленка перешла в ВПС. Также было выявлено, что образец после переключения в ВПС через некоторое время самопроизвольно переходит в исходное диэлектрическое состояние. Зависимость среднего времени жизни проводящего канала от толщины субмикронной пленки представлено на рис.1(б).

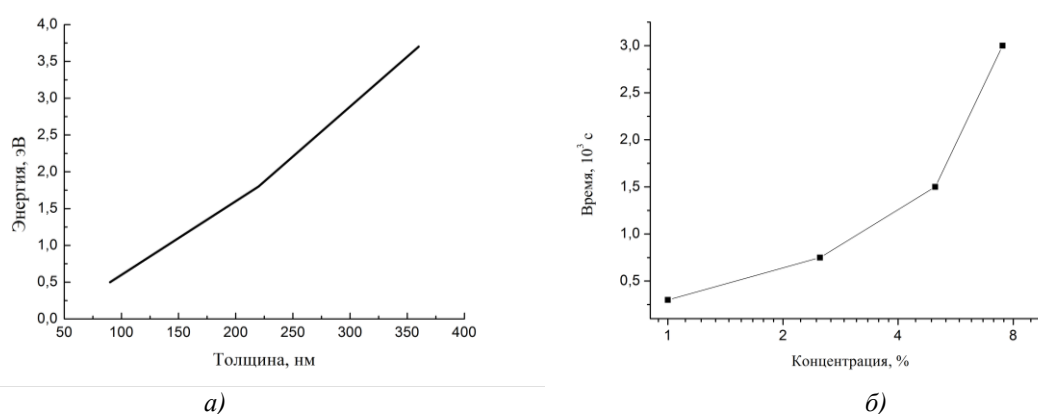


рис.1. График зависимости минимальной энергии микроразряда, необходимого для инициализации высокопроводящего состояния в структуре металл/полимер/зонд, от толщины полимерной пленки (а), зависимость среднего времени жизни проводящего канала от толщины субмикронной пленки. (б).

В докладе обсуждается модель, с привлечением механизма прыжкового переноса носителей заряда по каналам проводимости, сформированным из кулоновских центров локализации. В качестве таких центров, как в случае и двумерной проводимости, рассматриваются фталидные фрагменты макромолекул ПДФ.

Список публикаций:

[1] Карамов Д.Д., Лачинов А.Н., Корнилов В.М. // Известия РАН. Серия физическая. 2020. Т. 84. No.5. С. 652–654.